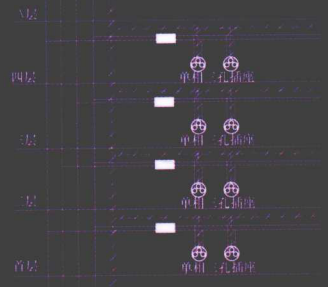
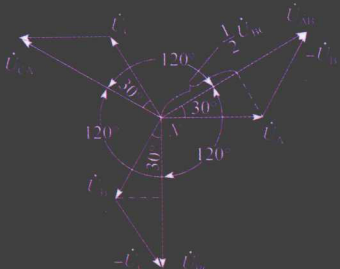
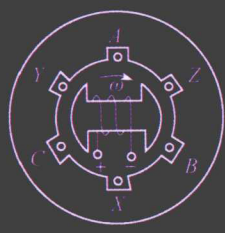
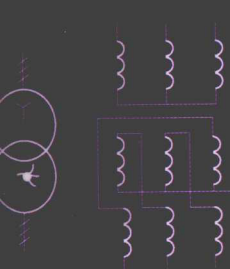
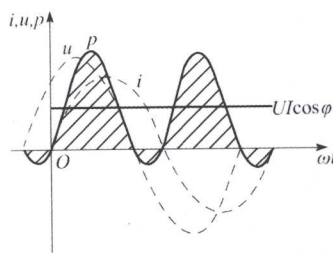
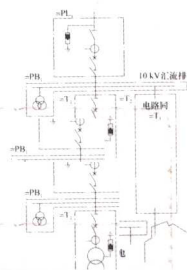
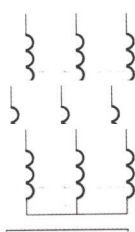
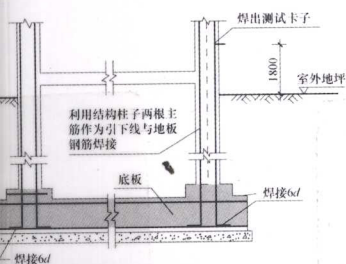


史新 主编

# 从毕业生到施工员

## 电气工程

DIANQI GONGCHENG



从毕业生到施工员

图例目录 (CIP)

# 电气工程

主 编：史 新

编委会：张利艳 姚 晶 高记华 陶素娟  
王辰星 罗 钺 闭桂珍 孙 丽  
山敏娜 郎春宁 任大海 谭丽娟  
杜 明 石敬炜 白雅君

华中科技大学出版社

中国·武汉

图书在版编目 (CIP) 数据

电气工程 / 史新主编.

—武汉: 华中科技大学出版社, 2011. 3

(从毕业生到施工员)

ISBN 978-7-5609-6823-0

I. ①电… II. ①史… III. ①电气工程 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 250781 号

电气工程

从毕业生到施工员

史新 主编

出版发行: 华中科技大学出版社 (中国·武汉)

地 址: 武汉市武昌珞喻路 1037 号 (邮编: 430074)

出 版 人: 阮海洪

责任编辑: 封秀敏

责任监印: 张贵君

装帧设计: 张 璐

录 排: 北京泽尔文化

印 刷: 北京亚通印刷有限责任公司

开 本: 710 mm × 1000 mm 1/16

印 张: 16

字 数: 287 千字

版 次: 2011 年 3 月第 1 版

印 次: 2011 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5609-6823-0/TM · 137

定 价: 28.80 元

销售电话: 400 - 6679 - 118

网 址: [www.hustpas.com](http://www.hustpas.com)

(凡购本书, 如有缺页、脱页, 请向本社发行部调换)

## 内 容 提 要

本书依据国家最新颁布实施的电气工程相关的设计规范和施工质量验收规范、规程及行业标准编写而成,主要包括电气工程图知识、原材料进场质量要求、电气工程技术交底、电气工程常用流程图、电气工程质量检验与控制、常见质量通病与防治、电气工程量清单计价取费以及电气工程技术交底填写实例等内容,便于读者参考使用。

本书内容丰富、通俗易懂、实用性强、方便查阅,可供相关专业大中专类院校的师生、电气工程施工技术人员以及现场管理人员参考使用。

# 前 言

近年来,随着我国社会经济的飞速发展,对基础设施建设投入的力度越来越大,企业对建筑专业毕业生的需求也大幅增加,急缺在生产一线做技术操作和现场管理的工作人员。建筑行业的主要就业渠道包括房地产公司、设计院、施工单位、监理单位和建筑行政管理部门等,其中施工单位容纳了建筑行业中70%的劳动力,是毕业生的主要就业方向。建筑施工专业是建筑业的主干专业,人才需求量大。在普通建筑施工企业中,通常此类技术人员约占整个企业技术人员的70%以上。针对这种情况,我们策划了这套丛书。

为了写好本套丛书,我们特意找到一些已经参加工作的学生,询问他们刚参加工作的体会,并根据实际情况组织编写,希望能帮助刚毕业的大学生更快地进入工作状态,力求使本套丛书真正成为当代大学生毕业初涉工作岗位的“贴身小助手”。

由于水平有限,内容难免有疏漏或未尽之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2010.12

# 目 录

<b>1 电气工程图知识</b> .....	1
1.1 电气工程图基础知识 .....	1
1.2 交流电基本知识 .....	24
1.3 电气施工图的分类 .....	42
1.4 电气施工图的识读 .....	43
1.5 供电系统图的识读 .....	45
1.6 电气照明施工图的识读 .....	46
1.7 防雷接地施工图的识读 .....	48
<b>2 原材料进场质量要求</b> .....	49
2.1 架空线路及杆上电气设备安装 .....	49
2.2 变压器、箱式变电所安装 .....	49
2.3 成套配电柜、控制柜(屏、台)和动力、照明配电箱(盘)安装 .....	49
2.4 低压电动机、电加热器及电动执行机构检查接线 .....	50
2.5 柴油发电机组安装 .....	50
2.6 不间断电源安装 .....	50
2.7 裸母线、封闭母线、插接式母线安装 .....	50
2.8 电缆桥架安装和桥架内电缆敷设 .....	51
2.9 电线导管、电缆导管和线槽敷设 .....	51
2.10 电线、电缆穿管和线槽敷设 .....	51
2.11 钢索配线 .....	52
2.12 电缆头制作、接线和线路绝缘测试 .....	52
2.13 普通灯具安装 .....	52
2.14 开关、插座、接线盒和风扇安装 .....	53
<b>3 电气工程技术交底</b> .....	54
3.1 技术交底制度 .....	54
3.2 工程技术交底的编制 .....	55
<b>4 电气工程常用流程图</b> .....	61
<b>5 电气工程质量检验与控制</b> .....	67
5.1 架空线路 .....	67
5.2 变压器、箱式变电所安装 .....	69
5.3 成套配电柜、控制柜(屏、台)和动力、照明配电箱(盘)安装 .....	69

5.4	低压电动机、电加热器及电动执行机构检查接线 .....	71
5.5	低压电气动力设备试验和试运行 .....	72
5.6	裸母线、封闭母线、插接式母线安装 .....	74
5.7	电缆桥架安装和桥架内电缆敷设 .....	75
5.8	电缆沟内和电缆竖井内电缆敷设 .....	76
5.9	普通灯具安装 .....	77
5.10	开关、插座、风扇安装 .....	78
5.11	防雷接地装置安装 .....	79
5.12	建筑物等电位联结 .....	81
<b>6</b>	<b>常见质量通病与防治 .....</b>	<b>83</b>
6.1	架空线路 .....	83
6.2	变压器、箱式变电站安装 .....	90
6.3	成套配电柜、控制柜(屏、台)和动力、照明配电箱(盘)安装 .....	97
6.4	低压电动机、电加热器及电动执行机构检查接线 .....	115
6.5	低压电气动力设备试验和试运行 .....	125
6.6	裸母线、封闭母线、插接式母线安装 .....	136
6.7	电缆桥架安装和桥架内电缆敷设 .....	139
6.8	电缆沟内和电缆竖井内电缆敷设 .....	140
6.9	普通灯具安装 .....	141
6.10	开关、插座、风扇安装 .....	157
6.11	防雷接地装置安装 .....	167
6.12	建筑物等电位联结 .....	169
<b>7</b>	<b>电气工程量清单计价取费 .....</b>	<b>171</b>
7.1	建设工程造价构成与计算程序 .....	171
7.2	电气工程量清单计价取费费率 .....	181
7.3	电气工程量清单计价取费工程类别划分标准 .....	184
7.4	电气工程量清单计价案例 .....	185
<b>8</b>	<b>电气工程技术交底填写实例 .....</b>	<b>189</b>

# 1 电气工程图知识

## 1.1 电气工程图基础知识

### 1.1.1 电气图的一般形式

#### 1. 图面的格式

##### 1) 图面的格式组成

图面一般由标题栏、会签栏、图框等组成,见图 1-1。

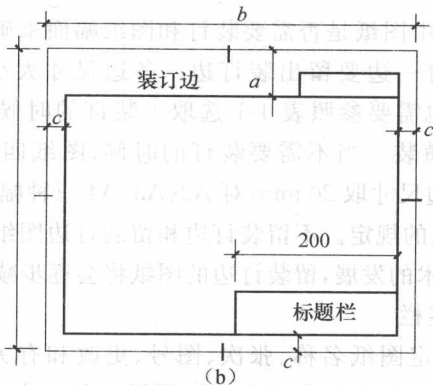
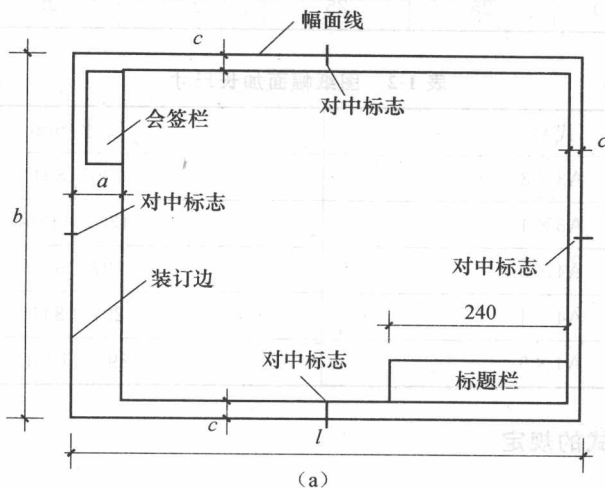


图 1-1 图面的格式

(a) A0~A3 横式幅面; (b) A0~A3 立式幅面

2) 图纸的幅面尺寸

图纸幅面尺寸按表 1-1 选择,加长尺寸按表 1-2 选择。尺寸选择原则是保证图面布局紧凑、清晰和使用方便,同时也应考虑以下几方面的因素:①所涉及对象的规模和复杂程度;②由简图种类所确定的资料的详细程度;③尽量选用较小幅面;④便于图纸的装订和管理;⑤复印和缩微的要求;⑥计算机辅助设计的要求。

表 1-1 图纸幅面尺寸及代号 (单位:mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
宽×长( $b \times l$ )	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
留装订边宽( $c$ )	10	10	10	5	5
不留装订边宽( $e$ )	20	20	10	10	10
装订侧边宽( $a$ )	25	25	25	25	25

表 1-2 图纸幅面加长尺寸 (单位:mm)

代号	尺寸/mm
A3×3	420×891
A3×4	420×1189
A4×3	297×630
A4×4	297×841
A4×5	297×1051

2. 图纸格式的规定

1) 图框

图框尺寸大小是由图纸是否需要装订和图纸幅面来确定的。

需要装订时,装订一边要留出装订边。各边尺寸大小需按照表 1-1 选取。对加长的幅面,尺寸也需要参照表 1-1 选取。装订的时候一般采用 A4 幅面竖装,或者以 A3 幅面横装。当不需要装订的时候,图纸四个周边尺寸相同。对 A0、A1 两种幅面,周边尺寸取 20 mm;对 A2、A3、A4 三种幅面,则取 10 mm。对于加长幅面,可参照以上的规定。不留装订边和留装订边图纸所采用的绘图面积基本相等。随着缩微技术的发展,留装订边的图纸将会逐步减少以至于淘汰。

2) 标题栏与会签栏

标题栏是用来确定图纸名称、张次、图号、更改和有关人员签署等内容的。标题栏一般在图纸的下方或者右下方。标题栏中的文字方向应为看图方向,即图中的说明、符号均应以标题栏的文字方向为准。说明图中某项内容的位置

时,如果在图纸的右上角或左下角,也应以标题栏为准,而不是相对图纸的装订边而言,这样既便于看图,也不致产生误解。

至于标题栏的格式,目前我国还没有国家标准。常见格式如图 1-2 所示。

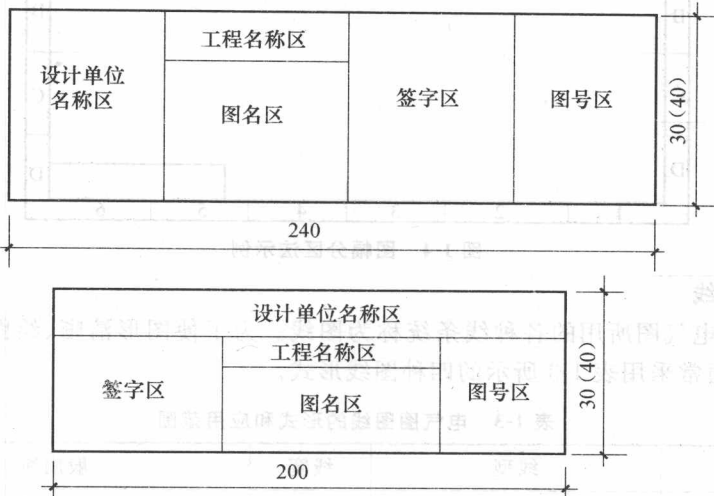


图 1-2 标题栏

会签栏是设计人员会审图纸时签名和标注日期所用的,如图 1-3 所示。

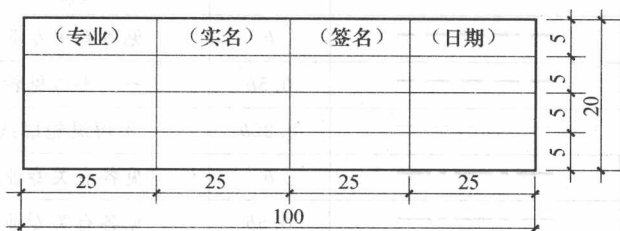


图 1-3 会签栏

### 3) 图幅分区

电气图上内容有时很多,对那些幅面大而且内容复杂的图,在读图或改图的过程中,为了能迅速找到图上的某一内容,需要对图幅进行分区。

图幅分区方法,就是将图纸相互垂直两对边各自加以等分。分区的数目由图复杂程度而定,但每边必须都是偶数。每一分区的长度,一般不小于 25 mm,不大于 75 mm。分区线用细实线来表示。每个分区内,竖边方向用大写拉丁字母编号表示,横边方向则用阿拉伯数字编号表示。标号顺序应从标题栏相对的左上角开始,如图 1-4 所示。分区代号用字母和数字表示,字母在前,数字则在后,如 B3、C4 等所示。



#### 4. 字体

图面上的汉字、数字和字母应做到字体端正、笔画清楚、间距均匀、排列整齐,且需符合《机械制图字体》(GB 14691—1993)的规定:汉字采用长仿宋体,字母既可以用直体也可以用斜体(一般向右倾斜,与水平线成 $75^\circ$ 角);既可以大写也可以小写。数字既可用直体也可用斜体。字体的号数,也就是字体的高度(mm)包括1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm。汉字的高度 $h$ 不应小于3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。字母和数字分A型和B型。A型字体的笔画宽度( $d$ )为字高( $h$ )的 $1/4$ ,B型字体的笔画宽度( $d$ )为字高( $h$ )的 $1/10$ 。

#### 5. 箭头和指引线

电气图中有两种箭头符号,一种是开口箭头,另一种是实心箭头,如图1-5所示。



图 1-5 箭头的两种形式

(a) 开口箭头; (b) 实心箭头

开口箭头用在信号线及连接线上,实心箭头用于指引线。

指引线用来指示注释的对象,为细实线,指向被注释处,并在其末端加注不同的标记:

指向轮廓线内,加一黑点,见图1-6(a)。

指向轮廓线上,加一实心箭头,见图1-6(b)。

指向电路上,加一段斜线,如图1-6(c)。

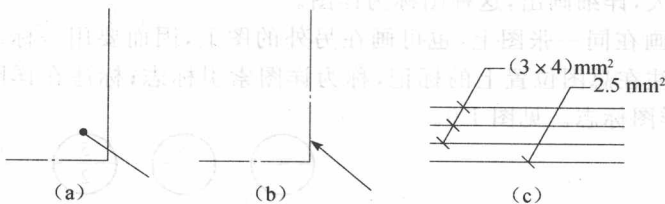


图 1-6 指引线

#### 6. 比例

比例是指图形与实物的相应要素的线性尺寸之比。电气图的实物元件都是采用图形符号绘制的(如系统图、电路图等),是不按比例绘制的。但位置图等一般是需要按比例绘制的,且多用缩小比例绘制。通常用的缩小比例系列为 $1:10$ 、 $1:20$ 、 $1:50$ 、 $1:100$ 、 $1:200$ 、 $1:500$ 。

此外,还可以从《技术制图比例》(GB/T 14690—1993)中选用其他比例。

### 7. 方位、风向频率标记

电力、照明和电信平面布置图等图纸,电气设备或构筑物的位置和朝向一般有两种表示方式:一种是按上北下南、左西右东表示;另一种是用方位标记表示其方向。方位标记如图 1-7(a)所示,其箭头方向标志正北方向(N)。

为了表示设备安装地一年四季风向情况,在电气布置图上往往还标有风向频率标记。它们根据某一地区多年平均统计的各个方向吹风次数的百分值,按一定比例绘制而成。风向频率标记形似一朵玫瑰花,故又称风玫瑰图。图 1-7(b)是某地区的风向频率标记,其箭头表示正北方向,实线表示全年的风向频率,虚线表示夏季(6-8月)的风向频率。由此可知,该地区常年以西北风为主,而夏季以东南风和西北风为主。

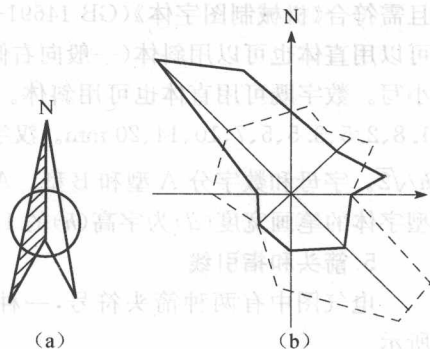


图 1-7 方位与风向频率标记

### 8. 建筑物定位轴线

电力、照明和电信平面布置图,定位轴线常表示承重墙、柱、梁等主要承重构件的位置。定位轴线编号的基本原则是:在水平方向,从左至右用顺序的阿拉伯数字;在垂直方向采用拉丁字母(I、O、Z 不用),由下向上编号;数字和字母分别用点画线引出。轴线标注式样如图 1-8 所示。

### 9. 详图

电气设备中某些零部件、连接点等的做法及安装工艺要求,有时需要将某部分单独放大,详细画出,这种图称为详图。

详图可画在同一张图上,也可画在另外的图上,因而要用一标志将他们联系起来。标注在总图位置上的标记,称为详图索引标志;标注在详图位置上的标记,称为详图标志。见图 1-9。

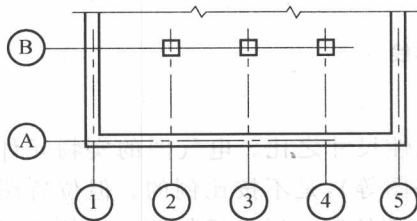


图 1-8 建筑物定位轴线

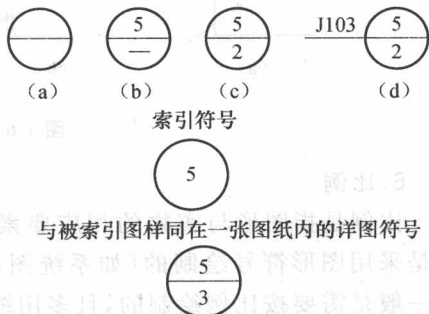


图 1-9 索引符号与详图符号

## 10. 安装标高

安装标高是用来表示线路和电气设备的安装高度的。

建筑图中均采用相对标高,一般以室内地面或楼面为零点来计算高度,如图 1-10 所示。图 1-10(a)用于室内平面、剖面图上,表示高出某一基准面 3.000 m,图 1-10(b)用于总平面图上的室外地面,表示高出室外某基准面 4.000 m。

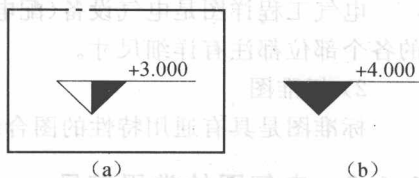


图 1-10 安装标高符号及尺寸标注

### 1.1.2 电气图的类型

电气施工图一般内容包括基本图和详图。

#### 1. 基本图

基本图是由图纸目录、系统图、平面图、立(剖)面图、设计说明、控制原理图、设备材料表等组成的。

##### 1) 设计说明

设计说明是图纸文字解释,其内容包括供电电压等级、电方式,主要线路敷设形式,以及图中没有表达的各种技术数据、施工和验收要求等。

##### 2) 主要设备材料表

主要设备材料表的内容有各种设备的名称、规格、型号、材质和数量。

##### 3) 系统图

系统图是把整个工程的供电线路以单线连接形式表示出来的线路图。系统图包括以下内容:①整个配电的连接;②主干线与各个分支回路的连接;③主要配电设备的规格、型号;④线路的敷设方式。

##### 4) 电气平面图

常用的电气平面图有照明平面图、弱电平面图、动力平面图。电气平面图包括以下内容。

(1) 建筑物的平面布置、轴线分布、图纸比例以及尺寸。

(2) 各种变、配电设备的编号、名称,各种用电设备的型号、名称以及它们在平面图上的位置。

(3) 各种配电线路起点和终点、型号、敷设方式、根数、规格,以及在建筑物中的走向、平面和垂直位置。

##### 5) 控制原理图

控制原理图是根据控制器的工作原理,按规定图形符号和线段绘制成的电路展开图,控制原理图一般不表示各电气元件的空间位置。

控制原理图的特点是线路简单、易于掌握、层次分明、便于识读和分析研究,是二次配线的依据。控制原理图不是每套图纸都有的,只有当工程需要时才绘制。

## 2. 详图

### 1) 电气工程详图

电气工程详图是电气设备(配电盘、柜)的布置和安装的大样图。大样图上的各个部位都注有详细尺寸。

### 2) 标准图

标准图是具有通用特性的图合编的,里面注有具体的图形和详细尺寸。

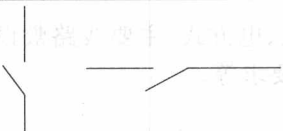
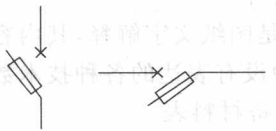
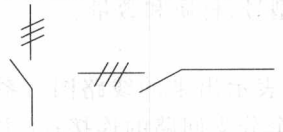
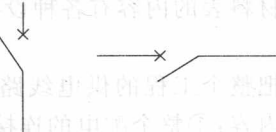

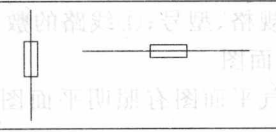
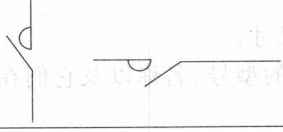
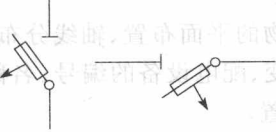
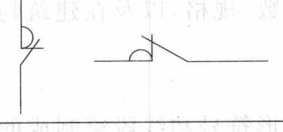
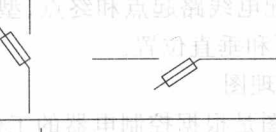
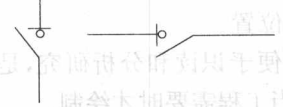
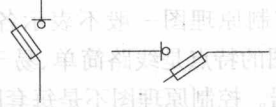
## 1.1.3 电气图的常用符号

电气图中的设备、元件等都是用电气符号来表示的。电气符号包括电工设备文字符号、图形符号和电工系统图的回路标号三种。

### 1. 图形符号

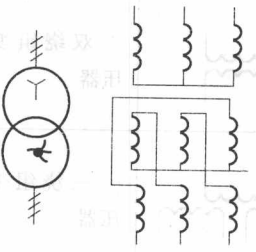


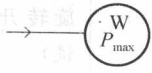
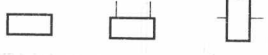

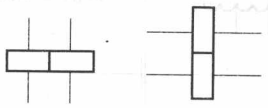




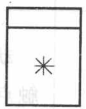
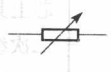

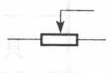

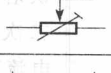

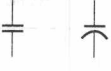
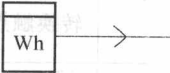



电气图中常用的电气符号见表 1-4。

表 1-4 建筑电气工程常用图形符号及说明

图形符号	说明	图形符号	说明
	开关(机械式)		熔断器式断路器
	多极开关一般符号单线表示		断路器
	多极开关一般符号多线表示		熔断器一般符号
	接触器(在非动作位置触点断开)		跌落式熔断器
	接触器(在非动作位置触点闭合)		熔断器式开关
	负荷开关(负荷隔离开关)		熔断器式负荷开关

续表

图形符号	说明	图形符号	说明
	按钮开关 (不闭锁)		双绕组变 压器
	旋钮开关、 旋转开关(闭 锁)		三绕组变 压器
	位置开关, 动合触点; 限制开关, 动合触点		自耦变压器
	位置开关, 动断触点; 限制开关, 动断触点		电抗器; 扼流圈
	动合(常开) 触点 注:本符号 也可以用作开 关一般符号		电流互感器; 脉冲变压器
	动断(常闭) 触点		在一个铁 芯上具有两个 二次绕组的电 流互感器
	先断后合的 转换触点		具有两个 铁芯和两个 二次绕组的 电流互感器
	接通的连 接片		三相变 压器; 星形-三角 形连接
	换接片		

图形符号	说明	图形符号	说明
	三相变压器 星形-曲折 形连接		电流表
			无功电流表
			最大需量 指示器(由一 台积算仪表 操纵的)
	操作器件一 般符号		无功功 率表
	具有两个绕 组的操作器件 组合表示法		功率因 数表
	热继电器的 驱动器件		频率表
	电阻器一般 符号		积算仪表、 电能表(星号 必须按照规 定予以代替)
	可变电阻器 可调电阻器		安培小 时计
	滑动触点电 位器		电能表(瓦 特小时表)
	预调电位器		无功电 能表
	电容器一般 符号		带发送器 电能表
	指示仪表(星 号必须按规 定予以代替)		由电能表 操纵的遥测仪 表(转发器)
	电压表		